

1

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Impulsladeventil, das in einem Saugrohr angeordnet ist.

- 10 Aus der DE 102 00 533 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine bekannt. Die Brennkraftmaschine hat einen Sammler, von dem ein Saugrohr hin zu einem Einlass eines Zylinders der Brennkraftmaschine geführt ist. Ein Gaseinlassventil ist an dem Einlass des Zylinders
- 15 angeordnet. Ein Impulsladeventil ist stromaufwärts des Gaseinlassventils in dem Saugrohr angeordnet. Abhängig von der Schaltstellung des Impulsladeventils gibt es das Saugrohr frei oder verschließt es. Ferner ist ein Einspritzventil vorgesehen, welches den Kraftstoff zumisst. Die schnell schaltenden Impulsladeventile, die jedem Zylinder zugeordnet sind, werden während des ersten Abschnitts der Ansaugsequenz geschlossen, so dass sich ein hoher Unterdruck aufbauen kann. Nach zirka der Hälfte der Ansaugsequenz wird das Impulsladeventil - der schnell schaltende Querschnittschalter - schlag-
- 20 artig geöffnet, so dass der während des ersten Abschnitts der Ansaugsequenz erzeugte Unterdruck im Zylinder eine sehr hohe Einstromgeschwindigkeit des angesaugten Luft/Kraftstoff-Gemisches erzeugt. Die sehr schnell in den Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine einströmende Einlassluftsäule
- 25 führt in dem Bereich kleinerer und mittlerer Drehzahlen der Brennkraftmaschine zu deutlichen Aufladeeffekten aufgrund der besseren Füllungscharakteristik des jeweiligen Brennraums.

- 30 Strengere gesetzliche Vorschriften bezüglich der Emissionen, insbesondere der Abgasemissionen, von Kraftfahrzeugen erfordern, dass diese möglichst in allen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine gering gehalten werden. Insbesondere beim

Start der Brennkraftmaschine werden grundsätzlich sehr hohe Emissionen erzeugt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Brennkraftmaschine noch nicht ihre Betriebstemperatur erreicht hat und sich so Kraftstoff an der Wandung des Saugrohrs und/oder den Zylinderinnenwänden ablagert. Dies hat zur Folge, dass ein gewünschtes Luft/Kraftstoff-Verhältnis in den Zylinder gegebenenfalls fehlerhaft eingestellt wird, was zu erhöhten Abgasemissionen führen kann. Darüber hinaus verdunstet der eingespritzte Kraftstoff vor dem Erreichen der Betriebstemperatur schlechter, was ebenfalls zu einem verschlechterten Verbrennungsprozess mit der Folge erhöhter Abgasemissionen, so NOX-, CO- und CH-Emissionen, führen kann. Dies betrifft sowohl Brennkraftmaschinen mit Einspritzventilen, die an den Saugrohren angeordnet sind und den Kraftstoff in die Saugrohre zumessen als auch Brennkraftmaschinen, bei denen die Einspritzventile im Zylinderkopf angeordnet sind und den Kraftstoff direkt in den Brennraum des Zylinders zumessen.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem Schadstoffemissionen verringert werden.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Sammler, von dem ein Saugrohr hin zu einem Einlass eines Zylinders der Brennkraftmaschine geführt ist, ein Gaseinlassventil, das an dem Einlass des Zylinders angeordnet ist, ein Impulsladeventil, das stromaufwärts des Gaseinlassventils in dem Saugrohr angeordnet ist und abhängig von seiner Schaltstellung das Saugrohr freigibt oder verschließt, und einem Einspritzventil, mit dem Kraftstoff zugemessen wird. Die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraft-

stoffs wird abhängig von einem Zeitpunkt einer Änderung der Schaltstellung des Impulsladeventils eingestellt.

Durch das Koppeln der zeitlichen Lage der Einspritzzeitdauer  
5 des Kraftstoffs an den Zeitpunkt der Änderung der Schaltstellung des Impulsladeventils kann sichergestellt werden, dass während des Zumessens des Kraftstoffs eine hohe Strömungsgeschwindigkeit der Luft herrscht und so einfach eine gute Aufbereitung des Luft/Kraftstoff-Gemisches erreichbar ist, wo-  
10 durch die Emissionen verringert werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer so gewählt, dass während der Einspritzzeitdauer die Strömungsgeschwindigkeit der  
15 Luft ihr Maximum erreicht. Dies hat den Vorteil, dass eine besonders gute Gemischaufbereitung erreichbar ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Zeitpunkt des Steuerns des Impulsladeventils in seine  
20 Offenstellung während des Ansaugtaktes so gewählt, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft einen vorgegebenen Wert erreicht. Dies hat den Vorteil, dass die Güte der Gemischaufbereitung einfach einstellbar ist.

25 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Zeitpunkt des Steuerns des Impulsladeventils in seine Schließstellung von seiner Offenstellung während des Ansaugtaktes so gewählt, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft im nachfolgenden Ansaugtakt einen vorgegebenen Wert erreicht. Dies hat den Vorteil, dass ebenfalls die Güte der Gemischaufbereitung einfach einstellbar ist und der Beginn der  
30 Zumessung des Kraftstoffs sehr bald nach dem Öffnen des Gas-einlassventils erfolgen kann.

35 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung hängt die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraftstoffs lediglich in einem Betriebszustand des Warmlaufs der

Brennkraftmaschine ab von einem Zeitpunkt einer Änderung der Schaltstellung des Impulsladeventils. Dies hat den Vorteil, dass so der Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine gering gehalten werden kann, ohne eine wesentliche Zunahme an Emissionen in Kauf nehmen zu müssen, da außerhalb des Betriebszustands des Warmlaufs in der Regel eine ausreichend gute Gemischaufbereitung und Kraftstoffverdampfung gewährleistet ist und dann das Impulsladeventil außerhalb des Warmlaufs so gesteuert werden kann, dass die Brennkraftmaschine einen hohen Wirkungsgrad hat. Der Betriebszustand des Warmlaufs ist vorzugsweise dadurch charakterisiert, dass eine Kühlmitteltemperatur und/oder eine Öltemperatur kleiner sind als vorgegebene Schwellenwerte und/oder die Zeit seit dem Start der Brennkraftmaschine kleiner ist als ein vorgegebener weiterer Schwellenwert.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit einer Steuereinrichtung,

Figur 2a, 2b ein Ablaufdiagramm einer ersten Ausführungsform eines Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine,

Figur 3a, 3b ein weiteres Ablaufdiagramm einer weiteren Ausführungsform eines Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine, und

Figur 4 Verläufe des Ventilhubes der Gaseinlass- und Gasauslassventile, der Schaltstellung eines Impulsladeventils aufgetragen über den Kurbelwellenwinkel und den zeitlichen Verlauf der Zumeßung von Kraftstoff.

Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

## 5

- Eine Brennkraftmaschine (Figur 1) umfasst einen Ansaugtrakt 1, einen Motorblock 2, einen Zylinderkopf 3 und einen Abgas-  
trakt 4. Der Ansaugtrakt umfasst vorzugsweise eine Drossel-  
klappe 11, ferner einen Sammler 12 und ein Saugrohr 13, das  
5 hin zu einem Zylinder Z1 über einen Einlasskanal in den Mo-  
torblock geführt ist. Der Motorblock umfasst ferner eine Kur-  
belwelle 21, welche über eine Pleuelstange 25 mit dem Kolben  
24 des Zylinders Z1 gekoppelt ist.
- 10 Der Zylinderkopf 3 umfasst einen Ventiltrieb mit einem Ein-  
lassventil 30, einem Auslassventil 31 und Ventilantrieben 32,  
33. Der Antrieb des Gaseinlassventils 30 und des Gasauslass-  
ventils 31 erfolgt dabei mittels einer Nockenwelle.
- 15 Der Zylinderkopf 3 umfasst ferner ein Einspritzventil 34 und  
eine Zündkerze 35. Alternativ kann das Einspritzventil 34  
auch in dem Ansaugkanal angeordnet sein.

Der Abgastrakt 4 umfasst eine Katalysator 40.

20

- In dem Saugrohr 13 ist ferner ein Impulsladeventil 18 ange-  
ordnet, das in einer Schaltstellung S, der Offenstellung  
OP, den Querschnitt des Saugrohrs 13 freigibt und in einer  
weiteren Schaltstellung S, der Schließstellung CL, den Quer-  
25 schnitt des Saugrohrs 13 verschließt.

- Ferner ist eine Steuereinrichtung 6 vorgesehen, der Sensoren  
zugeordnet sind, die verschiedene Messgrößen erfassen und je-  
weils den Messwert der Messgröße ermitteln. Die Steuerein-  
30 richtung 6 ermittelt abhängig von mindestens einer der Mess-  
größen Stellgrößen, die dann in ein oder mehrere Stellsignale  
zum Steuern der Stellglieder mittels entsprechender Stellan-  
triebe umgesetzt werden.
- 35 Die Sensoren sind ein Pedalstellungsgeber 71, welcher die  
Stellung eines Fahrpedals 7 erfasst, ein Luftmassenmesser 14,  
welcher einen Luftmassenstrom stromaufwärts der Drosselklappe

11 erfasst, ein Temperatursensor 15, welcher die Ansauglufttemperatur erfasst, ein Drucksensor 16, welcher den Saugrohrdruck erfasst, ein Kurbelwellenwinkelsensor 22, welcher einen Kurbelwellenwinkel CRK erfasst, ein weiterer Temperatursensor  
5 23, welcher eine Kühlmitteltemperatur TCO erfasst, noch ein Temperatursensor 28, der eine Öltemperatur TOIL erfasst, ein Nockenwellenwinkelsensor 36, welcher den Nockenwellenwinkel erfasst und eine Sauerstoffsonde 41 welche einen Restsauerstoffgehalt des Abgases erfasst. Je nach Ausführungsform der  
10 Erfindung kann eine beliebige Untermenge der genannten Sensoren oder auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

Die Stellglieder sind beispielsweise die Drosselklappe 11, die Gaseinlass- und Gasauslassventile 30, 31, das Einspritzventil 34, die Zündkerze 35, die Verstelleinrichtung 37 und  
15 das Impulsladeventil 18.

Neben dem Zylinder Z1 kann die Brennkraftmaschine auch noch weitere Zylinder Z2-Z4 umfassen, denen dann ebenfalls entsprechende Stellglieder zugeordnet sind.  
20

Ein Programm zum Steuern der Brennkraftmaschine, das in der Steuereinrichtung 6 abgespeichert ist, wird beim Betrieb der Brennkraftmaschine abgearbeitet. Das Programm wird in einem  
25 Schritt S1 (Figur 2a) gestartet, in dem gegebenenfalls Variablen initialisiert werden. Der Start erfolgt vorzugsweise unmittelbar nach dem Beginn des Motorstarts.

In einem Schritt S2 wird der Betriebszustand BZ der Brennkraftmaschine abhängig von der Kühlmitteltemperatur TCO und/oder der Öltemperatur TOIL und/oder der Zeit seit der Zeitdauer T\_START seit dem Start der Brennkraftmaschine ermittelt.  
30

Anschließend wird in einem Schritt S4 geprüft, ob der Betriebszustand BZ der Brennkraftmaschine der Warmlauf WL ist. Ist dies nicht der Fall, so wird das Programm in einem  
35

Schritt S30 gestoppt. Ist die Bedingung des Schrittes S4 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S6 ein erster Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP1 ermittelt, zu dem das Impulsladeventil 18 von seiner Schließstellung CL in seine Offenstellung OP  
5 gesteuert wird, während das Gaseinlassventil 30 den Einlass freigibt.

Der erste Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP1 ist entweder in einer einfachen Ausführungsform fest vorgegeben oder kann von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine abhängen. Er ist auf jeden Fall so gewählt, dass nach dem Wechsel der Schaltstellung S des Impulsladeventils 18 von seiner Schließstellung CL in die Offenstellung OP die Strömungsgeschwindigkeit der Luft einen vorgegebenen Wert erreicht. Dies ist vorzugsweise durch  
15 Versuche mit der Brennkraftmaschine vorab an einem Motorprüfstand ermittelt.

In einem Schritt S8 wird geprüft, ob der aktuelle Kurbelwellenwinkel CRK gleich ist dem ersten Kurbelwellenwinkel  
20 CRK\_IMP1. Ist dies nicht der Fall, so verharret das Programm für eine vorgegebene Wartezeitdauer T\_W in einem Schritt S10, bevor die Bedingung des Schrittes S8 erneut geprüft wird.

Ist die Bedingung des Schrittes S8 hingegen erfüllt, so wird  
25 in einem Schritt S12 das Impulsladeventil 18 in seine Offenstellung OP gesteuert. Anschließend wird in einem Schritt S14 ein zweiter Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP2 ermittelt, zu dem das Impulsladeventil wieder in seine Schließstellung CL gesteuert wird. Der zweite Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP2 kann fest vorgegeben sein oder auch abhängen von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine.  
30

In einem Schritt S16 wird geprüft, ob der aktuelle Kurbelwellenwinkel CRK gleich ist dem zweiten Kurbelwellenwinkel  
35 CRK\_IMP2. Ist dies nicht der Fall, so verharret das Programm für die vorgegebene Wartezeitdauer T\_W in einem Schritt S20, bevor die Bedingung des Schrittes S16 erneut geprüft wird.

Ist die Bedingung des Schrittes S16 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S18 das Impulsladeventil 18 in seine Schließstellung CL gesteuert. Anschließend wird die Bearbeitung, gegebenenfalls nach der Wartezeitdauer  $T_W$  erneut in dem Schritt S2 fortgesetzt.

Im Anschluss an die Bearbeitung des Schrittes S6 wird parallel zu den Schritten S8 bis S18 die Bearbeitung in einem Schritt S22 fortgesetzt, in dem ein Zeitwert ermittelt wird, der charakteristisch ist für die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraftstoffs. So wird in dem Schritt S22 beispielsweise der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Beginns der Einspritzung abhängig von dem ersten Kurbelwellenwinkel  $CRK\_IMP1$  ermittelt.

Alternativ kann jedoch auch das Ende oder ein beliebiger Zwischenwert der Einspritzung ermittelt werden. Der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  wird bevorzugt durch Kennlinien oder Kennfeldinterpolation ermittelt. Und zwar so, dass dann während der Einspritzung eine hohe Strömungsgeschwindigkeit der Luft herrscht, wodurch eine gute Gemischaufbereitung erreichbar ist.

Insbesondere bei Brennkraftmaschinen mit Einspritzventilen, die an den Saugrohren 13 angeordnet sind, ist es vorteilhaft, wenn der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Starts der Einspritzung so gewählt ist, dass bis zum Ende der Einspritzung eine ausreichend hohe Strömungsgeschwindigkeit der Luft herrscht und so auch die gesamte zugemessene Kraftstoffmenge in den Zylinder der Brennkraftmaschine gelangen kann.

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Starts der Einspritzung so gewählt ist, dass während der Einspritzzeitdauer die Strömungsgeschwindigkeit der Luft ihr Maximum erreicht. So ist eine sehr gute Gemischaufbereitung gewährleistet. Besonders einfach kann dies erreicht werden, wenn die Kennfeldwerte entsprechend gewählt sind, was durch



Versuche mit der Brennkraftmaschine an einem Motorprüfstand einfach ermittelt werden kann.

5 In einem Schritt S24 wird anschließend geprüft, ob die aktuelle Zeit  $t$  gleich ist dem Zeitpunkt  $t_{\text{INJ\_S}}$  des Beginns der Einspritzung. Ist die Bedingung des Schrittes S24 nicht erfüllt, so wird sie erneut nach Ablauf der Wartezeitdauer  $T_W$  in dem Schritt S26 erneut geprüft. Ist die Bedingung des Schrittes S24 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S28  
10 das Einspritzventil 34 zum Zumessen von Kraftstoff angesteuert. Anschließend wird die Bearbeitung gegebenenfalls nach der vorgegebenen Wartezeitdauer  $T_W$  erneut in dem Schritt S2 fortgesetzt.

15 Eine alternative Ausführungsform des Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine ist anhand des Ablaufdiagramms der Figuren 3a und 3b dargestellt. Anschließend an den Schritt S4 wird hier in einem Schritt S32 ein dritter Kurbelwellenwinkel  $\text{CRK\_IMP3}$  ermittelt. Der dritte Kurbelwellenwinkel  $\text{CRK\_IMP3}$   
20 ist der Kurbelwellenwinkel, bei dem das Impulsladeventil 18 von seiner Offenstellung zu einer Schließsteuerung gesteuert wird und zwar noch während das Gaseinlassventil geöffnet ist. Dadurch wird dann in dem Bereich zwischen dem Impulsladeventil 18 und dem Gaseinlassventil 30 ein Unterdruck erzeugt,  
25 der dann bis zum erneuten Wechsel des Impulsladeventils 18 von seiner Schließposition CL in die Offenposition OP gespeichert wird.

Der dritte Kurbelwellenwinkel  $\text{CRK\_IMP3}$  ist entweder fest vorgegeben oder wird abhängig von Betriebsgröße der Brennkraftmaschine durch Kennfeldinterpolation ermittelt. Er ist dabei  
30 so vorgegeben, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft im nachfolgenden Ansaugtakt einen vorgegebenen Wert erreicht.

35 In einem Schritt S34 wird geprüft, ob der aktuelle Kurbelwellenwinkel  $\text{CRK}$  gleich ist dem dritten Kurbelwellenwinkel  $\text{CRK\_IMP3}$ . Ist dies nicht der Fall, so verharret das Programm

10

für die vorgegebene Wartezeitdauer  $T_W$  in dem Schritt S36, bevor die Bedingung des Schrittes S34 erneut geprüft wird. Ist die Bedingung des Schrittes S34 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S38 das Impulsladeventil 18 in seine

5 Schließstellung CL gesteuert.

In einem Schritt S40 wird ein vierter Kurbelwellenwinkel  $CRK\_IMP4$  ermittelt. Der vierte Kurbelwellenwinkel  $CRK\_IMP4$  ist entweder fest vorgegeben oder hängt ab von Betriebsgrößen

10 der Brennkraftmaschine. In einem Schritt S42 wird geprüft, ob der aktuelle Kurbelwellenwinkel  $CRK$  gleich ist dem vierten Kurbelwellenwinkel  $CRK\_IMP4$ . Ist dies nicht der Fall, so verharret das Programm für die vorgegebene Wartezeitdauer  $T_W$  in einem Schritt S46, bevor die Bedingung des Schrittes S42 er-

15 neut geprüft wird.

Ist die Bedingung des Schrittes S42 hingegen erfüllt, so wird das Impulsladeventil 18 in einem Schritt S44 in seine Offenstellung OP gesteuert. Anschließend wird die Bearbeitung, ge-

20 gebenenfalls nach der vorgegebenen Wartezeitdauer  $T_W$  erneut in dem Schritt S2 fortgesetzt.

Im Anschluss an den Schritt S40 wird entsprechend der Ausführungsform gemäß Figur 2a und b parallel zu den Schritten S42

25 bis S46 die Bearbeitung in dem Schritt S48 fortgesetzt, in dem der Zeitpunkt  $t\_INJ\_S$  des Beginns der Einspritzung ermittelt wird und zwar abhängig von dem dritten und/oder dem vierten Kurbelwellenwinkel  $CRK\_IMP3$ ,  $CRK\_IMP4$ . Dies erfolgt so, dass während der Einspritzung eine hohe Einströmungsgeschwindigkeit der Luft herrscht.

30

Bevorzugt wird der Zeitpunkt  $t\_INJ\_S$  des Beginns der Einspritzung so gewählt, dass während der Einspritzzeitdauer die Strömungsgeschwindigkeit der Luft ihr Maximum erreicht, wodurch eine besonders gute Gemischaufbereitung aufgrund der

35 hohen Dynamik der Strömung erreicht werden kann. Durch eine gute Gemischaufbereitung, d.h. einer feinen Zerstäubung der

Kraftstofftropfen und einer somit sehr homogenen Luft-Kraftstoff-Mischung werden auch während des Warmlaufs Wandablagerungen oder Ablagerungen des Kraftstoffs an den Zylinderinnenwänden des Zylinders Z1 stark verringert, was zu  
5 einem kontrollierteren Ablauf des Verbrennungsprozesses führt und damit eine Senkung der Emissionen der Brennkraftmaschine bereits im Warmlauf zur Folge hat.

In einem Schritt S52 wird geprüft, ob die aktuelle Zeit  
10 gleich ist dem Zeitpunkt  $t_{\text{INJ\_S}}$  des Beginns der Einspritzung. Ist dies nicht der Fall, so verharret das Programm für die vorgegebene Wartezeitdauer  $T_W$  in dem Schritt S50. Ist die Bedingung des Schrittes S52 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S54 das Einspritzventil zur Kraftstoffzumessung  
15 angesteuert. Anschließend wird die Bearbeitung, gegebenenfalls nach der vorgegebenen Wartezeitdauer  $T_W$ , in dem Schritt S2 fortgesetzt.

Der Kurbelwellenwinkel des Steuerns des Impulsladeventils in  
20 seine Offenstellung OP oder in seine Schließstellung CL kann selbstverständlich auch als ein entsprechender Zeitpunkt ausgedrückt werden. Ebenso kann der Zeitpunkt  $t_{\text{INJ\_S}}$  des Beginns der Einspritzung in einem entsprechenden Kurbelwellenwinkel ausgedrückt werden.

25

In Figur 4 ist beispielhaft der Verlauf des Ventilhubes VL des Gasausslassventils 31, gekennzeichnet mit dem Bezugszeichen 91, und der Verlauf des Ventilhubes VL des Gaseinlassventils  
30 30, gekennzeichnet mit der 92, aufgetragen über den Kurbelwellenwinkel CRK. Ferner ist die Schaltstellung S des Impulsladeventils 18 aufgetragen über den Kurbelwellenwinkel. Ferner ist die Ansteuerung des Einspritzventils 34 aufgetragen über die dem Kurbelwellenwinkelverlauf CRK entsprechende Zeit  
35 t. Der Beginn der Kraftstoffzumessung ist durch den Zeitpunkt  $t_{\text{INJ\_S}}$  gekennzeichnet.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Sammler (12), von dem ein Saugrohr (13) hin zu einem Einlass eines Zylinders (Z1 bis Z4) der Brennkraftmaschine geführt ist, ein Gaseinlassventil (30), das an dem Einlass des Zylinders (Z1 bis Z4) angeordnet ist, einem Impulsladeventil (18), das stromaufwärts des Gaseinlassventils (30) in dem Saugrohr (13) angeordnet ist und abhängig von seiner Schaltstellung (S) das Saugrohr (13) freigibt oder verschließt, und einem Einspritzventil (34), mit dem Kraftstoff zugemessen wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraftstoffs abhängig von einem Zeitpunkt einer Änderung der Schaltstellung (S) des Impulsladeventils (18) eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraftstoffs so gewählt wird, dass während der Einspritzzeitdauer die Strömungsgeschwindigkeit der Luft ihr Maximum erreicht.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Zeitpunkt des Steuerns des Impulsladeventils (18) in seine Offenstellung (OP) während des Ansaugtakts so gewählt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft einen vorgegebenen Wert erreicht.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Zeitpunkt des Steuerns des Impulsladeventils (18) in seine Schließstellung (CL) von seiner Offenstellung (OP) während des Ansaugtakts so gewählt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft im nachfolgenden Ansaugtakt einen vorgegebenen Wert erreicht.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraftstoffs lediglich in einem Betriebszustand (BZ) des Warmlaufs der  
5 Brennkraftmaschine abhängig von einem Zeitpunkt einer Änderung der Schaltstellung (S) des Impulsladeventils (18) eingestellt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,  
10 dadurch gekennzeichnet, dass  
der Betriebszustand (BZ) des Warmlaufs (WL) eingenommen wird, wenn eine Kühlmitteltemperatur (TCO) und/oder eine Öltemperatur (TOIL) kleiner sind als vorgegebene Schwellenwerte  
und/oder die Zeit seit dem Start der Brennkraftmaschine kleiner  
15 ist als ein vorgegebener weiterer Schwellenwert.
7. Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem  
Sammler (12), von dem ein Saugrohr (13) hin zu einem Einlass  
eines Zylinders (Z1 - Z4) der Brennkraftmaschine geführt ist,  
20 ein Gaseinlassventil (30), das an dem Einlass des Zylinders  
(Z1 - Z4) angeordnet ist, einem Impulsladeventil (18), das  
stromaufwärts des Gaseinlassventils (30) in dem Saugrohr (13)  
angeordnet ist und abhängig von seiner Schaltstellung (S) das  
Saugrohr (13) freigibt oder verschließt, und einem Einspritz-  
25 ventil (34), mit dem Kraftstoff zugemessen wird,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
Mittel vorgesehen sind, die die zeitliche Lage der Einspritz-  
zeitdauer des Kraftstoffs abhängig von einem Zeitpunkt einer  
Änderung der Schaltstellung (S) des Impulsladeventils (18)  
30 einstellen.

1/4

FIG 1

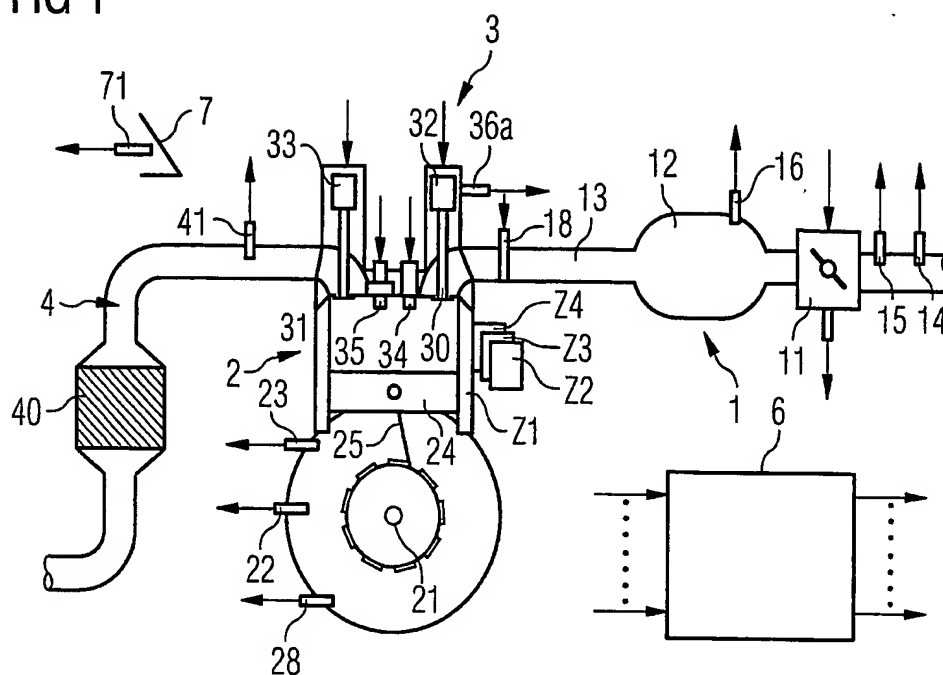
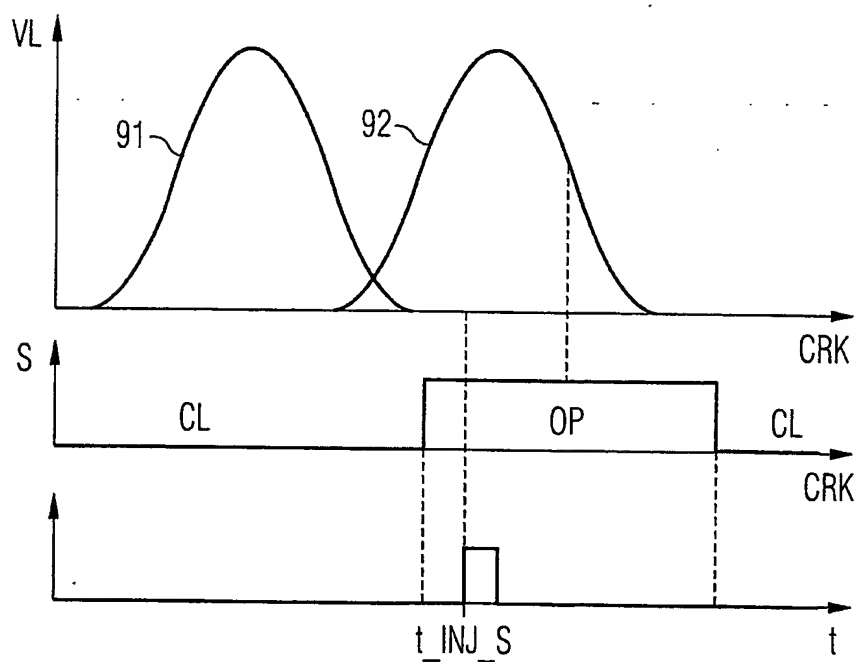
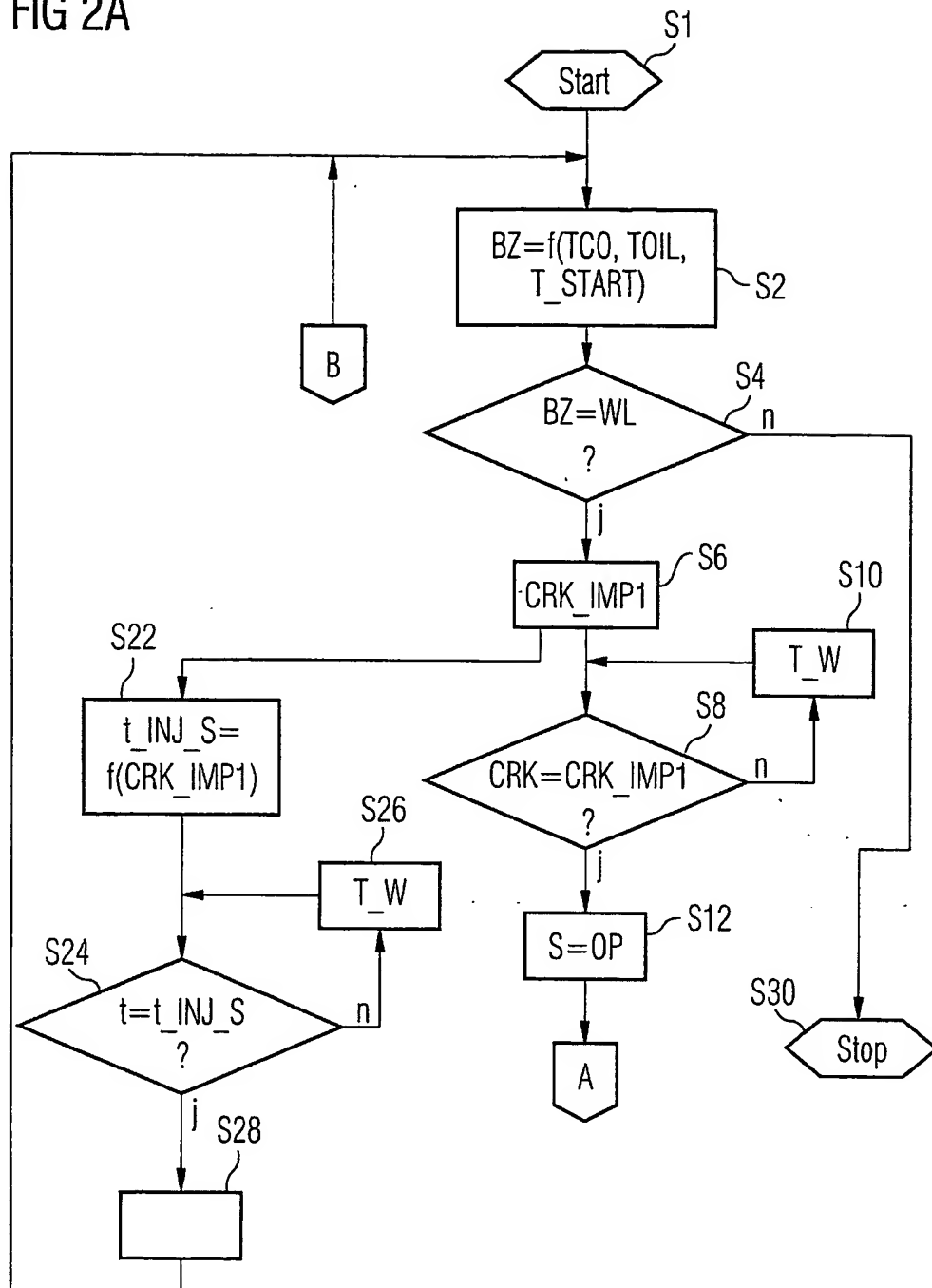


FIG 4



2/4

FIG 2A



3/4

FIG 2B

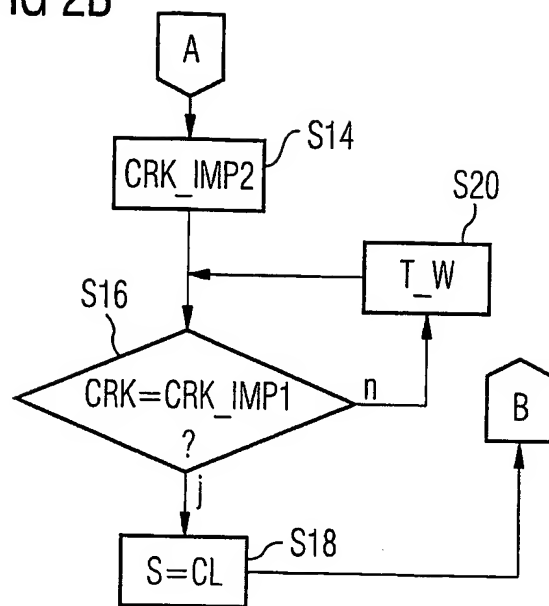
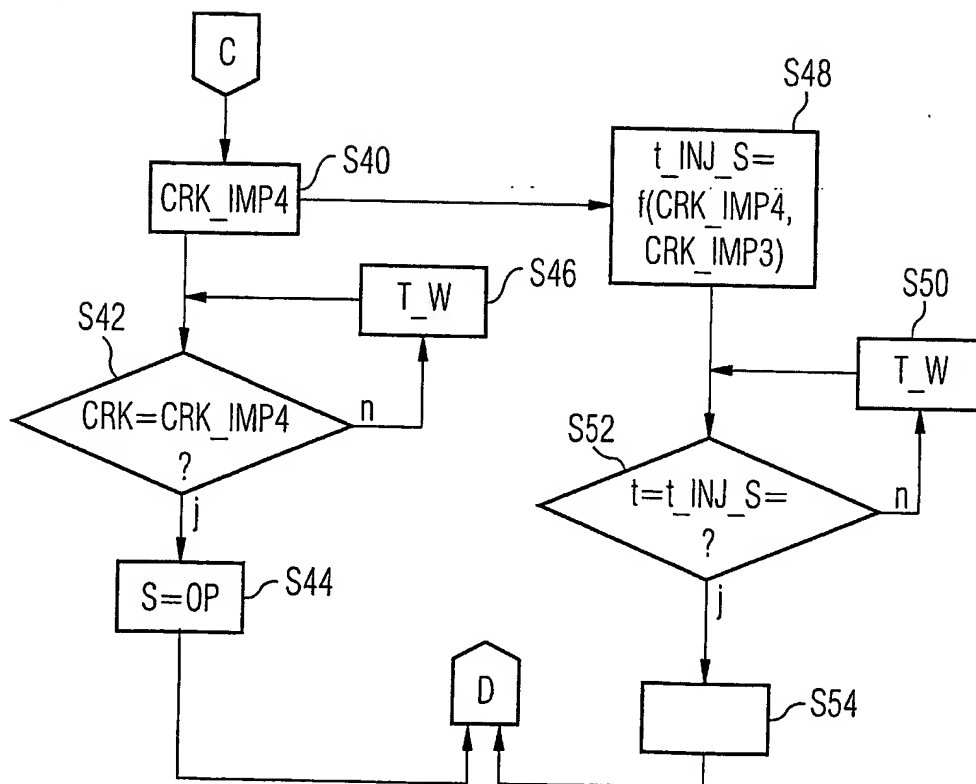


FIG 3B





4/4

FIG 3A

